

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020010002339 A
(43)Date of publication of application: 15.01.2001

(21)Application number: 1019990022091
(22)Date of filing: 14.06.1999
(51)Int. Cl H01J 1/30

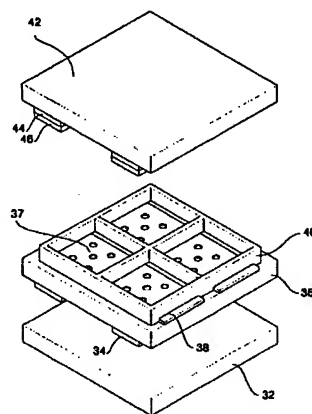
(71)Applicant: LG ELECTRONICS INC.
(72)Inventor: RYU, BYEONG GIL

(54) DISPLAY DEVICE HAVING ELECTRODE FORMED WITH MICRO-HOLE

(57) Abstract:

PURPOSE: A display device having an electrode formed with a micro-hole is provided to improve emission efficiency and brightness by increasing the amount of ultraviolet rays and electron after plasma discharge.

CONSTITUTION: A display device has a plasma discharge portion, a fluorescent layer(46), an anode electrode(44), and a barrier rib (40). The plasma discharge portion consists of at least one micro-hole which is formed at an intersection of a cathode electrode(34) and a gate electrode(38). The cathode electrode and the gate electrode intersect to each other on a lower substrate with a dielectric layer(36) is interposed between thereof. The fluorescent layer is located on an upper glass substrate. The anode electrode induces an ion generated by the plasma discharge portion toward the fluorescent layer. The barrier rib is provided to keep a discharge space between the upper glass substrate and the lower glass substrate. In this way, since the plasma discharge is caused after the density of the electron is increased within the micro-hole, the amount of ultraviolet rays and electron is increased.



COPYRIGHT 2001 KIPO

Legal Status

Date of final disposal of an application (20011122)

Patent registration number (1003226060000)

Date of registration (20020117)

BEST AVAILABLE COPY

공개특허특2001-0002339

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl. 6
H01J 1/30(11) 공개번호 특2001-0002339
(43) 공개일자 2001년01월15일

(21) 출원번호 10-1999-0022091

(22) 출원일자 1999년06월14일

(71) 출원인 엘지전자 주식회사 구자홍
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지(72) 발명자 류병길
서울특별시동대문구회기동신현대아파트2동102호

(74) 대리인 김영호

심사청구 : 있음

(54) 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자

요약

본 발명은 발광효율을 향상시킬 수 있는 전극 구조를 가지는 표시소자에 관한 것이다.

본 발명에 따른 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자는 하부기판 위에 유전층을 사이에 두고 서로 교차하도록 형성된 캐소드전극 및 게이트전극의 교차부에 형성된 적어도 하나 이상의 마이크로홀에 의해 형성되는 플라즈마 방전부와, 상부기판에 형성된 형광층과, 플라즈마방전에 의해 발생된 이온을 형광층 쪽으로 유도하는 애노드전극과, 상부기판과 하부기판 사이의 방전공간을 유지하기 위한 격벽을 구비한다.

이러한 구성에 의하여, 본 발명에 따른 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자는 전자 및 자외선의 양이 증대되어 발광효율 및 휘도를 향상시킬 수 있게 된다.

대표도

도3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 스퍼트 타입의 전계 방출 표시장치를 나타내는 단면도.

도 2는 도 1에 도시된 전계 방출 표시장치의 제조방법을 나타내는 단면도.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자를 나타내는 분해 사시도.

도 4는 도 3에 도시된 표시소자의 단면도.

도 5는 도 3에 도시된 마이크로홀의 배치상태를 나타내는 평면도.

도 6a 내지 도 6c는 도 3에 도시된 마이크로홀의 형태를 상세히 나타내는 단면도.

도 7a 및 도 7b는 도 3에 도시된 형광체를 상세히 나타내는 단면도.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자의 제조방법을 단계적으로 나타내는 흐름도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 간단한 설명>

2,32 : 하부 유리기판 4,34 : 캐소드전극
6 : 절연층 6a : 절연물질
8,38 : 게이트전극 8a,24 : 전극물질
12,42 : 상부 유리기판 14,44 : 애노드전극
16,46,46a,46b : 형광체 18 : 블랙 매트릭스
20 : 전계 방출 어레이 21 : 전자빔
22 : 분리층 36 : 유전층
37 : 마이크로홀 40 : 격벽
47 : 금속 보호막 48 : 세라믹 보호막
51 : 전자

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 평판 표시소자에 관한 것으로, 특히 발광효율을 향상시킬 수 있는 전극 구조를 가지는 표시소자에 관한 것이다.

음극선관(Cathode Ray Tube : CRT)의 단점인 무게와 부피를 줄일 수 있는 액정 표시장치(Liquid Crystal Display : LCD), 전계 방출 표시장치(Field Emission Display : 이하 "FED"라 함), 플라즈마 표시장치(Plasma Display Panel : 이하 "PDP"라 함) 등의 평판 표시소자(Flat Panel Display)들이 개발되고 있다.

FED는 첨예한 음극(에미터)에 고전계를 집중해 양자역학적인 터널(Tunnel) 효과에 의하여 전자를 방출하는 냉음극을 이용하여 음극선관과 같이 전자선에 의해 형광체를 여기시켜 발광하게 함으로써 화상을 표시하게 된다.

도 1을 참조하면, 애노드전극(12), 형광체(16) 및 블랙 매트릭스(18)가 적층된 상부 유리기판(12)과, 전계방출 어레이(20)가 형성된 하부 유리기판(2)을 구비한 스피트(Spindt) 타입의 FED가 도시되어 있다. 전계방출 어레이(20)는 하부 유리기판(2) 상에 형성되는 캐소드전극(4), 에미터(7) 및 절연층(6)과, 절연층(6) 상에 형성되는 게이트전극(8)이 포함된다. 캐소드전극(4)은 에미터(7)에 전류를 공급하여 에미터(7)로 하여금 전자가 방출되게 한다. 절연층(6)은 캐소드전극(4)과 게이트전극(8) 사이를 절연하게 된다. 게이트전극(8)은 전자를 인출시키기 위한 인출전극으로 이용된다.

캐소드전극(4)과 애노드전극(14) 사이에 애노드전압(V_A)이 인가됨과 아울러 캐소드전극(4)과 게이트전극(8) 사이에 게이트전압(V_G)이 인가되면 에미터(7)로부터 전자빔(21)이 방출되어 애노드전극(14) 쪽으로 가속된다. 이 때, 에미터(7)로부터 방출된 전자빔(21)은 정극성(+)의 애노드전압(V_A)이 인가되는 애노드전극(12) 쪽으로 가속되어 형광체(16)와 충돌된다. 전자빔(21)이 형광체(16)에 충돌하여 형광체(16)를 여기시키게 되면 적색·녹색·청색 중 어느 한 색의 가시광이 발생된다.

이와 같은 원추형 타입의 에미터 구조를 가지는 FED는 주로 "스핀트 방법"에 의해 제조된다.

이와 같은 원추형 타입의 에미터 구조를 가지는 FED는 주로 "스핀트 방법"에 의해 제조된다.

도 2a 내지 도 2d는 스피트 방법을 이용한 FED의 제조방법을 단계적으로 나타내는 도면이다.

먼저, 도 2a와 같이 하부 유리기판(2) 상에 전극물질을 증착한 후 패터닝하여 캐소드전극(4)을 형성한 다음, 캐소드전극(4)과 하부 유리기판(2) 상에 절연물질(6a)을 소정 두께 만큼 전면 형성된다. 절연물질(6a) 위에는 전극물질(8a)이 전면 형성된다. 전극물질(8a)은 사진식판법(Photolithography)에 의해 도 2b와 같이 패터닝되어 게이트전극(8)이 되며, 절연물질(6a)은 게이트전극(8)을 마스크로 이용하여 식각된다. 그러면 식각된 절연물질(6a)은 게이트절연층(6)이 된다. 게이트 절연층(6)에는 에미터(7)가 형성되는 팁영역(9)이 마련된다. 이어서, 게이트절연층(6) 위에는 도 2c와 같이 분리층(22)이 형성된다. 분리층(22)에는 팁영역(9)에 대향하는 개구공(22a)이 형성된다. 이어서, 하부 유리기판(2)이 대략 15° 기울기로 회전되는 동안, 도 2c와 같이 전극물질(24)이 팁영역(9) 내의 캐소드전극(4)의 표면에 진공증착 된다. 이 때, 전극물질은 시간이 지날수록 도 2d와 같이 분리층(22) 위

에도 형성되며, 캐소드전극(4) 위에 원추형으로 증착되어 에미터(7)가 된다. 마지막으로, 전극물질(24)이 적층된 분리층(22)이 제거된다.

이와 같은 스퍼트 방법을 이용한 FED의 제조방법은 공정이 복잡하고, 전극물질을 경사지게 진공증착하는 공정에 있어서 공정의 정밀한 제어가 요구된다. 이에 따라, 스퍼트 방법을 이용한 FED의 제조방법은 양산성이 나쁜 단점이 있다. 도 1과 같은 FED는 전자빔에 의해 형광체(16)를 여기시켜 가시광을 발생시키지만 휘도를 높이기 위해서는 캐소드전극(4)으로부터 발생하는 전자의 양을 증대시켜야 한다. 그러나 전자의 양을 증대시키기 위해서는 구동전압이 그 만큼 높아지기 때문에 과도한 소비전력이 낭비되므로 구동전압을 높이는 데는 한계가 있다. 또한, FED에서 사용되는 형광체(16)는 주로 저전압 형광체를 주로 사용하고 있지만 저전압 형광체는 발광효율이 나쁜 단점이 있다.

이를 위하여, 최근에는 에미터(7)가 양산성이 좋은 평면형으로 개발되고 있다. 또한, 일반 음극선관(Cathod Ray Tube : 이하 "CRT"라 함)에서 사용되고 있는 고전압 형광체를 FED에 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 발광효율을 향상시킬 수 있는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자는 하부기판 위에 유전층을 사이에 두고 서로 교차하도록 형성된 캐소드전극 및 게이트전극의 교차부에 형성된 적어도 하나 이상의 마이크로홀에 의해 형성되는 플라즈마 방전부와, 상부기판에 형성된 형광층과, 플라즈마방전에 의해 발생된 이온을 형광층 쪽으로 유도하는 애노드전극과, 상부기판과 하부기판 사이의 방전공간을 유지하기 위한 격벽을 구비한다.

상기 목적 외에 본 발명의 다른 목적 및 이점들은 첨부 도면을 참조한 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 설명을 통하여 명백하게 드러나게 될 것이다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 도 3 내지 도 9를 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

도 3 및 도 4를 참조하면, 애노드전극(44)과 형광체(46)가 형성된 상부 유리기판(42)과, 게이트전극(38)과 캐소드전극(34)이 직교되게끔 형성되는 유전층(36)과, 게이트전극(38)과 캐소드전극(34)의 직교부에 형성된 마이크로홀(37)과, 유전층(36)으로부터 격자형태로 신장되는 격벽(40)과, 캐소드전극(34)과 대면되게끔 유전층(36)과 접합되는 하부 유리기판(32)을 구비한다. 상부 유리기판(42)과 유전층(36) 사이에는 He+Xe 또는 Ne+Xe의 혼합가스가 주입된다. 유전층(36)은 유전특성을 가지며, 캐소드전극(34)과 게이트전극(38)을 절연하게 된다. 캐소드전극(34)은 애노드전극과(44)과 나란함과 아울러 게이트전극(38)에 직교된다. 캐소드전극(34)은 자신에게 부극성 전압이 인가될 때, 전자를 발생시키는 역할을 하게 된다. 게이트전극(38)은 자신에게 정극성 전압이 인가될 때, 방전영역 내로 전자를 인출시키게 된다. 캐소드전극(34)과 게이트전극(38)의 재료에는 Ni, Cu, Ag, Au, W, Yb₂O₃, LaB₆ 등과 같은 금속 또는 금속화합물을 사용하게 된다. 캐소드전극(34)과 게이트전극(38)의 두께는 5000 Å 이상에서 수십 μm이며, 유전층(36)의 두께는 10 μm 이상으로 설정된다. 한편, 본 발명에 따른 표시소자는 유전층이 게이트전극(38) 상에 도포되어 벽전하를 이용하는 교류구동, 방전공간 상에 게이트전극(38)이 직접 노출된 직류구동 또는 게이트전극(38)에 고주파신호(RF)를 인가하여 방전공간 내에서 전자를 진동운동시키는 고주파구동에 의해 구동될 수 있다. 교류구동의 경우, 게이트전극(38)과 캐소드전극(34) 상에 전자 및 하전입자의 스퍼터링에 의해 전극들을 보호하기 위한 MgO와 같은 보호막 물질이 2000 Å 정도 성막될 수 있다. 직류구동의 경우, 게이트전극(38)과 캐소드전극(34)의 재료로는 전자 및 하전입자에 대한 내스퍼터링성이 좋은 Ni, Mo, W 등의 금속과 Yb₂O₃, LaB₆ 등의 금속 산화물이 이용될 수 있다.

캐소드전극(34)과 게이트전극(38)의 교차부에 형성된 마이크로홀(60)은 마이크로 할로우 캐소드(Micro Hollow Cathod)의 원리를 이용하여 전자의 밀도를 증대시키는 역할을 한다. 이 마이크로홀(37) 내에서 캐소드전극(34)과 게이트전극(38) 사이의 전압차에 의해 플라즈마 방전이 발생된다. 이 때, 발생된 전자 또는 플라즈마 방전에 의해 발생된 자외선이 애노드전극(44) 쪽으로 가속되어 형광체(46)를 여기시켜 형광체(46)로 하여금 발광되게 한다. 마이크로 할로우 캐소드(Micro Hollow Cathod)의 원리는 주어진 가스압력하에서 가스입자의 평균자유경로보다 약간 큰 직경을 갖는 마이크로홀을 갖는 전극으로 플라즈마를 발생시키게 되면 마이크로홀내에서 전자들이 진동운동을 하기 때문에 마이크로홀내에서의 전자밀도가 종래에 비하여 훨씬 증가하게 되는 현상이다. 이에 따라, 마이크로홀(37) 내에서 플라즈마의 이온밀도가 증대되므로 형광체(46)를 여기시키는 진공자외선의 양이 그만큼 많아지게 되어 발광효율이 향상된다.

마이크로홀(37)의 크기는 Ne, He, Ar, Xe 등의 가스에 대해 다음과 같은 관계식을 만족하여야만 한다.

(관계식 1)

0.01 Torr.cm < 가스압력×홀의 직경 < 10 Torr.cm

관계식 1에서 알 수 있는 바, 패널 내부의 가스압력에 따라 마이크로홀(37)의 크기가 결정된다. 예를 들어, 300 Torr의 압력을 가지는 패널의 경우 마이크로홀(37)의 직경은 0.3~333 μ m 범위를 만족하여야 한다. 이러한 마이크로홀(37)은 도 5에서 나타난 바와 같이 인접한 마이크로홀(37)과 자신의 직경의 2~3배 간격으로 주어진 면적내에 배치된다. 이 경우, 주어진 면적내에 작은 크기의 마이크로홀(60)을 많이 형성할수록 플라즈마 방전 전압이 낮아진다. 그러나 마이크로홀(37)이 차지하는 영역이 게이트전극(38)과 캐소드전극(34)의 폭 이상이 되어서는 않된다. 게이트전극(38)과 캐소드전극(34)의 폭이 200 μ m 정도이고 유전층(36)의 두께가 50 μ m인 경우, 30~50 μ m의 직경을 가지는 마이크로홀들(37)이 게이트전극(38)과 캐소드전극(34) 내에 다수개 형성됨이 적당하다.

이러한 마이크로홀(37)의 깊이는 도 6a 내지 도 6c에 도시된 3가지 형태 중, 어느 것도 가능하다. 즉, 마이크로홀(37)은 도 6a와 같이 게이트전극(38)에서 유전층(36)까지 형성되거나, 도 6b와 같이 게이트전극(38)과 유전층(36)을 관통하여 캐소드전극(34)의 중간폭까지 형성될 수 있다. 또한, 마이크로홀(37)은 도 6c와 같이 게이트전극(38)에서 캐소드전극(34)까지 관통될 수도 있다.

격벽(40)의 높이는 100 μ m 이상에서 수 mm로 설정한다. 이 격벽(40)은 방전셀 높이를 일정하게 유지시킴과 아울러 방전셀들을 광학적으로 분할하게 된다. 격벽(40)이 높을수록 플라즈마 방전에 의해 발생되어 형광체(46)에 충돌하는 전자 및 하전입자들의 운동 에너지가 커지게 되어 발광시 양광주 영역이 나타나게 되므로 격벽(40)의 높이는 높을수록 좋다.

형광체(46)는 전자 또는 플라즈마 방전에 의해 발생된 자외선에 의해 여기되어 발광될 수 있다. 전자에 의해 발광되기 위하여, 형광체(46)는 기존의 FED나 CRT에서 사용되는 저압 또는 고압용 형광체(46a)가 사용될 수 있다. 이 경우, 도 7a와 같이 전자(51)의 스퍼터링에 의한 형광체(46a)의 열화를 방지하기 위하여 Si와 같은 금속 보호막(47)이 형광체(46a)의 표면에 성막됨이 바람직하다. 자외선에 의해 발광되기 위하여, 형광체(46)는 자외선에 의해 여기되어 발광되는 기존의 PDP용 형광체(46b)가 사용될 수 있다. 이 경우, 도 7b와 같이 자외선의 투과도에 대한 투과도가 높고 전자 및 하전입자(또는 이온)에 대한 내충격성이 좋은 MgF₂, LiF와 같은 세라믹 보호막(48)이 형광체(46b)의 표면에 성막됨이 바람직하다.

도 8은 도 3에 도시된 표시소자의 제조방법을 단계적으로 나타내는 흐름도이다. 먼저, 감광성유리, 글라스 세라믹(Glass ceramic), 세라믹 중 어느 하나를 주재료로하여 평판 형태의 유전층(36)을 마련한다.(S1 단계) 이 유전층(36)의 전면과 배면 상에는 스크린프린팅 방법, 증착 방법, 도금 방법등을 이용하여 캐소드전극(34)과 게이트전극(38)이 형성된다.(S2 단계) 그 다음, 식각공정이나 레이저가공기 등을 이용하여 도 6a 내지 도 6c와 같은 마이크로홀(37)을 형성하게 된다.(S3 단계) 상부 유리기판(42)과 하부 유리기판(32) 사이에 유전층(36)과 격벽(40)이 위치하도록 상/하부 유리기판(32,42), 격벽(40), 유전층(36)이 합착된다.(S4 단계) 여기서, 상부 유리기판(42)에는 애노드전극(44)과 형광체(46)가 형성되어 있다. 마지막으로, 합착된 패널 내부를 배기시킨 후 혼합가스를 주입하게 된다.(S5 단계)

이와 다른 방법으로, 스크린프린팅 방법, 증착 방법, 도금 방법등을 이용하여 하부 유리기판(32) 상에 캐소드전극(34)을 형성할 수도 있다. 이 경우, 유전층(36)은 캐소드전극(34)과 반대측에 형성되게끔 유전층(36)이 스크린프린 방법에 의해 하부 유리기판(32) 상에 전면 도포하게 된다. 그 다음, 유전층(36) 상에 캐소드전극(34)과 직교되는 방향으로 게이트전극(38)이 형성된 후, 식각공정이나 레이저 가공기를 이용하여 마이크로홀(37)이 게이트전극(38)과 캐소드전극(34)의 교차부에 형성된다. 마지막으로, 전술한 S4 및 S5 단계와 동일한 방법으로 패널이 합착되고, 패널 내부에 혼합가스가 주입된다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 표시소자는 마이크로홀을 형성하여 마이크로홀 내에서 전자의 밀도를 향상시킨 후, 플라즈마 방전을 일으킴으로써 전자 및 자외선의 양을 증대시키게 된다. 이에 따라, 본 발명에 따른 표시소자는 형광체를 여기시키는 전자 및 자외선의 양이 증대되어 발광효율 및 휘도를 향상시킬 수 있게 된다. 나아가, 본 발명에 따른 표시소자는 원추형 팁 형상의 에미터를 형성하지 않고 전극패턴에 미세홀을 형성함으로써 제조공정이 단순하게 되므로 양산성이 향상된다.

이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

(57)청구의 범위

청구항1

하부기판 위에 유전층을 사이에 두고 서로 교차하도록 형성된 캐소드전극 및 게이트전극의 교차부에 형성된 적어도 하나 이상의 마이크로홀에 의해 형성되는 플라즈마 방전부와,

상부기판에 형성된 형광층과,

상기 플라즈마방전에 의해 발생된 이온을 상기 형광층 쪽으로 유도하는 애노드전극과,

상기 상부기판과 하부기판 사이의 방전공간을 유지하기 위한 격벽을 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

청구항2

제 1 항에 있어서,

상기 캐소드전극과 게이트전극 사이에 형성된 유전층은 스페이서 형태로 이루어진 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

청구항3

제 1 항에 있어서,

상기 형광층은 전자에 의해 여기되어 발광되는 형광체재료로 이루어지며,

상기 형광층 표면에 성막되어 상기 전자의 충돌로부터 상기 형광체재료를 보호하기 위한 금속보호막을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

청구항4

제 1 항에 있어서,

상기 형광층은 자외선에 의해 여기되어 발광되는 형광체재료로 이루어지며,

상기 형광체재료 표면에 성막되어 상기 자외선에 대한 투과도가 높으며 전자 및 이온에 대한 내충격성이 큰 세라믹 보호막을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

청구항5

제 1 항에 있어서,

상기 격벽은 격자형태인 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

청구항6

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로홀은 상기 게이트전극 및 상기 유전층을 관통하는 미세홀로 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

청구항7

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로홀은 상기 게이트전극 및 상기 유전층을 관통함과 아울러 상기 캐소드전극의 일부를 관통하는 미세홀로 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

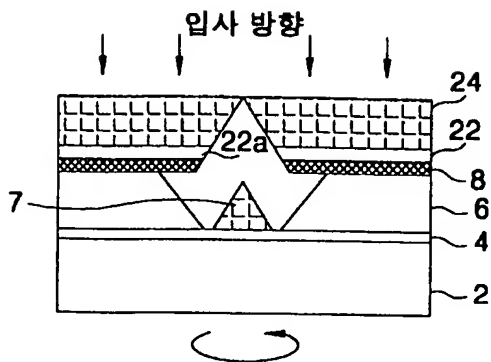
청구항8

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로홀은 상기 게이트전극, 상기 유전층 및 상기 캐소드전극을 모두 관통하는 미세홀로 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로홀이 형성된 전극을 가지는 표시소자.

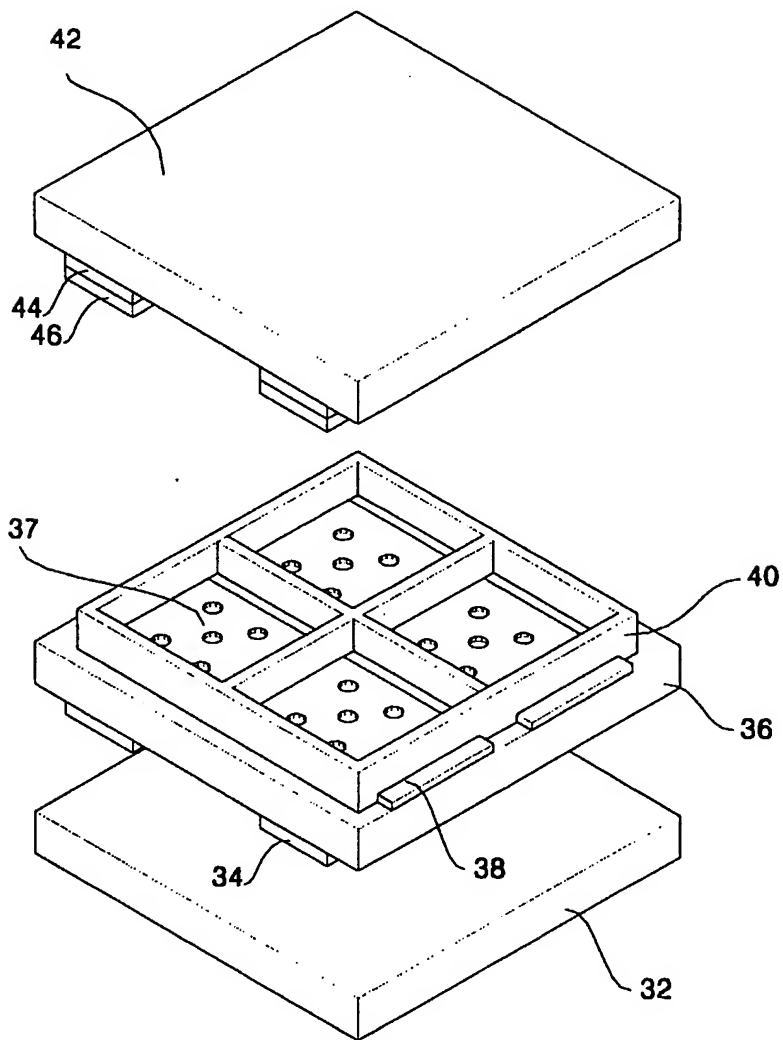
도면

도면1

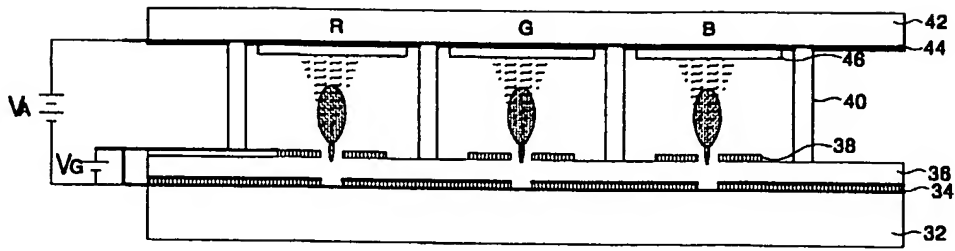


BEST AVAILABLE COPY

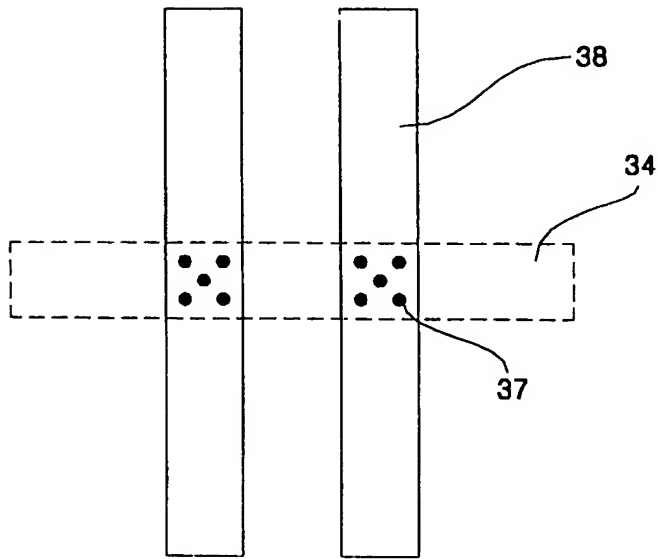
도면3



도면4

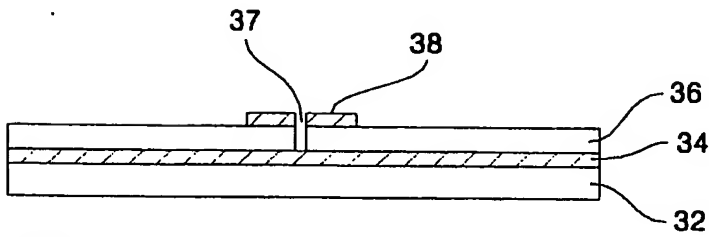


도면5

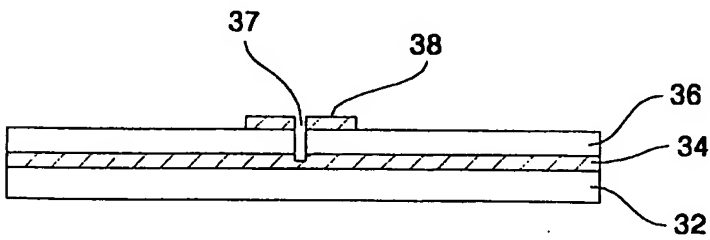


BEST AVAILABLE COPY

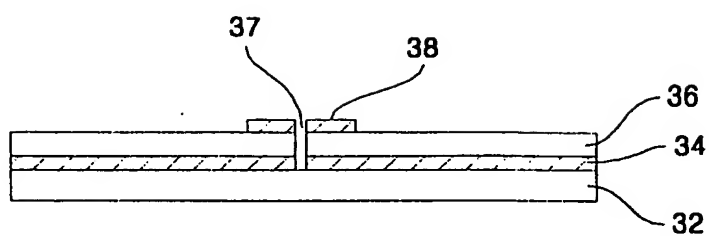
도면6a



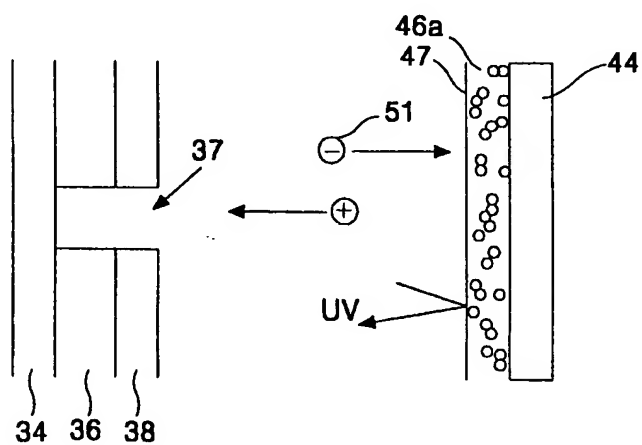
도면6b



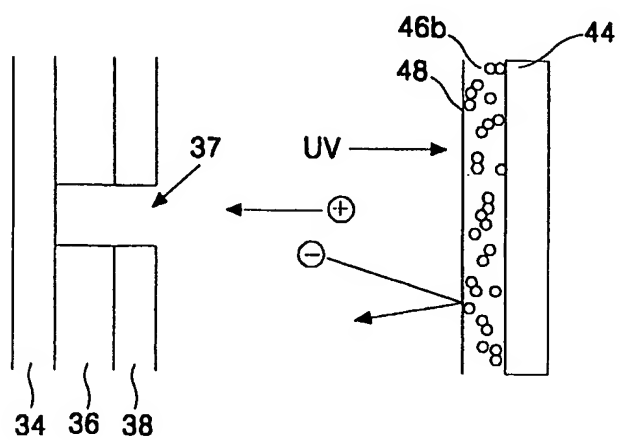
도면6c



도면7a

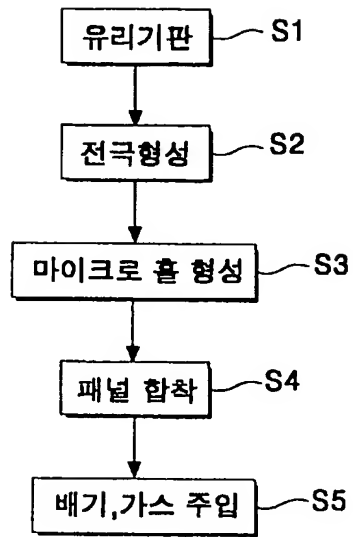


도면7b



도면8

BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY